

# **Welding gun comprising a programmable linear drive with two independent controlling circuits and process for driving the linear drive such a welding gun**

**Patent number:** DE10260138  
**Publication date:** 2004-07-15  
**Inventor:** MEYER HEINZ-HERMANN (DE);  
TADJE STEFAN (DE)  
**Applicant:** REXROTH MECMAN GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F15B15/20; F15B21/08; B23K9/20;  
B23K11/28  
- **europaean:** B23K9/20; B23K11/25C;  
B23K11/31; F15B9/09;  
F15B15/20B  
**Application number:** DE20021060138 20021220  
**Priority number(s):** DE20021060138 20021220

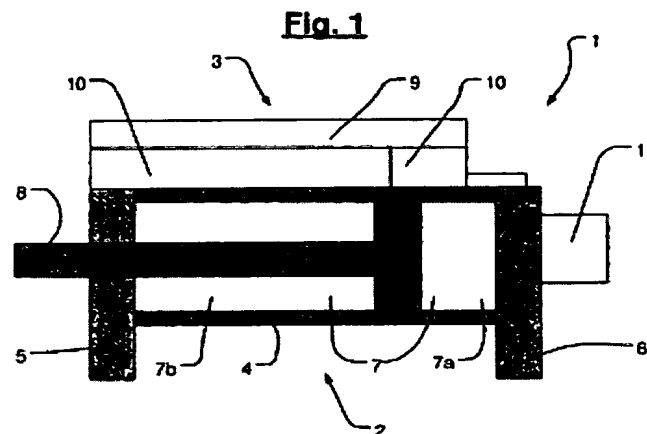
**Also published as:**

 EP1430985 (A1)

Abstract not available for DE10260138

Abstract of corresponding document: **EP1430985**

Welding tongs comprises a linear drive (1) having a pressure control unit (3) with at least two independent control circuits for impinging pressure of two working chambers (7a, 7b) of a pneumatic cylinder (2) separating the working plunger (8) so that the plunger is moved. The control circuits control the pressure impingement via at least independent multiple way valves. An Independent claim is also included for a process for controlling welding tongs using the linear drive.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 60 138 A1 2004.07.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 60 138.0  
(22) Anmeldetag: 20.12.2002  
(43) Offenlegungstag: 15.07.2004

(51) Int. Cl.: **F15B 15/20**  
F15B 21/08, B23K 9/20, B23K 11/28

(71) Anmelder:  
Rexroth Mecman GmbH, 30453 Hannover, DE

(72) Erfinder:  
Meyer, Heinz-Hermann, Dipl.-Ing., 30926 Seelze,  
DE; Tadge, Stefan, Dipl.-Ing., 30519 Hannover, DE

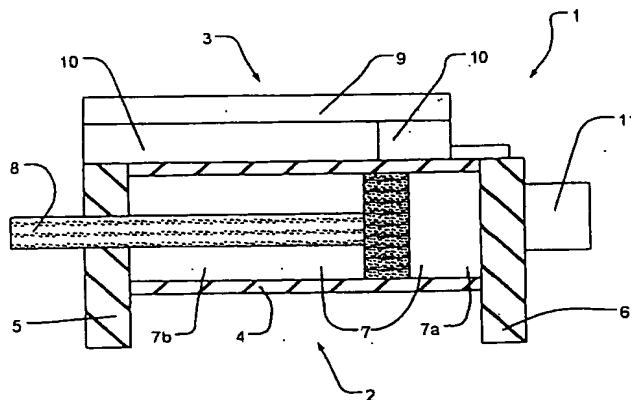
(74) Vertreter:  
Maiwald Patentanwalts GmbH, 40221 Düsseldorf

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Programmierbarer Linearantrieb, insbesondere für eine Schweißzange sowie Verfahren zur Ansteuerung des Linearantriebs

(57) Zusammenfassung: Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft einen programmierbaren Linearantrieb (1) und ein Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1), umfassend einen doppelwirkenden, mit einem Arbeitskolben (8) ausgestatteten Pneumatikzylinder (2) und einer programmierbaren Druckregeleinheit (3), umfassend mindestens ein Mehrwegeventil zur Druckmittelbeaufschlagung des Pneumatikzylinders (2), mindestens einen Sensor (11) zur Messwerterfassung, sowie eine in einem Elektronikgehäuse (9) befindliche Ansteuer Elektronik zur Ansteuerung des Mehrwegeventils, wobei die Druckregeleinheit (3) mindestens zwei voneinander unabhängige Regelkreise zur Druckmittelbeaufschlagung zweier durch den Arbeitskolben (8) getrennte Arbeitsräume (7a, 7b) des Pneumatikzylinders (1) aufweist, um eine stufenlose Bewegung des Arbeitskolbens (8) zu realisieren, wobei die Regelkreise über mindestens zwei unabhängige Mehrwegeventile die Druckmittelbeaufschlagung regeln.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft einen programmierbaren Linearantrieb und ein Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs umfassend einen doppeltwirkenden, mit einem Arbeitskolben ausgestatteten Pneumatikzylinder und einer programmierbaren Druckregleinheit, umfassend mindestens ein Mehrwegeventil zur Druckmittelbeaufschlagung des 'Pneumatikzylinders', mindestens einen Sensor zur Messwerterfassung, sowie eine in einem Elektronikgehäuse befindliche Ansteuerelektronik zur Ansteuerung des Mehrwegeventils.

[0002] Derartige Linearantriebe kommen üblicherweise in verschiedenen Bereichen der Technik zum Einsatz. Insbesondere finden derartige Linearantriebe weite Verwendung in der Automatisierungstechnik und hier besonders in verschiedensten Fertigungsautomaten. Aufgrund ihrer Vielseitigkeit und guten Steuerungseigenschaften lassen sich Linearantriebe hervorragend auch in komplexeren Fertigungsautomaten wie in Schweißautomaten einsetzen. Dabei stellen gerade die verschiedenen Verfahrensschritte beim Schweißen hohe Anforderungen an den Linearantrieb.

[0003] Allgemein sind Verfahren zur Ansteuerung von Linearantrieben bekannt. Insbesondere zur Ansteuerung von Schweißrobotern sind entsprechende Verfahren bekannt. Diese Verfahren sehen in der Regel einen schnellen Eilhub und einen langsamen Tasthub vor, wobei der Arbeitsraum über einen Regelkreis gesteuert wird.

[0004] Nachteilig an diesen Verfahren ist, dass meist nur vorbestimmte Verfahrensschritte eingestellt werden können und somit keine optimale Anpassung bei komplexen und anspruchsvollen Anforderungen stattfinden kann.

**Stand der Technik**

[0005] Aus der DE 100 07 838 A1 ist ein oberbegriffliches Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs bekannt. Das Verfahren sieht dabei folgende Schritte vor: Der Linearantrieb verfährt die Schweißachse mit einer sehr hohen Geschwindigkeit nahe an das Werkstück. Mit einer geringeren Tastgeschwindigkeit wird der Schweißbolzen bis zur Berührung mit dem Werkstück herangefahren, wodurch die Position des Werkstücks ermittelt wird. Nach dem Abheben und Verschweißen wird die Schweißachse mit der Maximalgeschwindigkeit des Linearantriebs zurück in die Ausgangsstellung bewegt. Bei der bekannten Lösung tritt der Nachteil auf, dass der pneumatische Antrieb nicht frei programmierbar, sondern nur stufenweise entsprechend festeingestellter Vorgaben programmierbar ist. In der bekannten Lösung werden nur wenige Verfahrensgeschwindigkeiten wie die Eilhubgeschwindigkeit, die Maximalgeschwindigkeit und die Tastgeschwindigkeit bereitgestellt. Eine Drucksteuerung wird nicht be-

reitgestellt. Zudem ist das bereitgestellte Verfahren nur mit elektrischen Antrieben einsetzbar.

**Aufgabenstellung**

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren bereitzustellen, welches eine freie Programmierung eines Linearantriebs zulässt, wobei der Linearantrieb druckmittelbetätigbar, insbesondere pneumatisch betätigbar ist.

[0007] Allgemein sind Linearantriebe hydraulischer, pneumatischer und elektrischer Bauart bekannt. Dabei lassen sich druckmittelbetätigte Linearantriebe oft mehrstufig entsprechend voreingestellten Werten regeln.

[0008] Nachteilig an dem Stand der Technik ist, dass eine freie Programmierung nicht möglich ist.

[0009] Elektrische Linearantriebe verfügen über eine freie Programmierung, sind jedoch relativ großbauend und schwer und benötigen zudem externe Schaltschränke.

[0010] Aus der DE 41 11 106 A1 ist eine Mehrdruck-Steueranlage für eine Gegendruck-Schweißpistole oder für ähnliche Vorrichtungen bekannt. Diese weist ein Positionier-Wegeventil zum Steuern des Ausfahrens und Zurückziehens des Positionier- oder Gegendruckzylinders und eine Mehrdruck-Luft-Folgeschaltung vorgesehen. Diese Mehrdruck-Luft-Folgeschaltung weist eine Vielzahl von voreingestellten Drücken zum Ausführen von Schweißoperationen bei wählbaren Drücken und in wählbarer Abfolge auf.

[0011] Nachteilig an der bekannten Lösung ist, dass nur aus einer begrenzten und diskret verteilten Anzahl von Druckstufen gewählt werden kann, welche sich über eine Folgesteuerung zeitgesteuert einstellen lassen, wodurch die Lösung komplex aufgebaut und großbauend ist und eine optimale freie Programmierung entsprechend den komplexen Anforderungen, die an einen Linearantrieb gestellt werden, nicht möglich ist.

[0012] Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen frei programmierbaren, pneumatischen Linearantrieb bereitzustellen, der leicht und kleinbauend ausgebildet ist und dessen Regelungseinheit sich in den Linearantrieb integrieren lässt.

[0013] Die Aufgabenstellung wird ausgehend von einem programmierbaren Linearantrieb gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass die Druckregleinheit mindestens zwei voneinander unabhängige Regelkreise zur Druckmittelbeaufschlagung zweier durch den Arbeitskolben getrennter Arbeitsräume des Pneumatikzylinders aufweist, um eine stufenlose Bewegung des Arbeitskolbens zu realisieren, wobei die Regelkreise über mindestens zwei unabhängige Mehrwegeventile die Druckmittelbeaufschlagung regeln.

[0015] Diese Lösung bietet den Vorteil, dass sich über die beiden unabhängigen Regelkreise der Kolben sich beliebig frei programmieren lässt, wobei die Druckregleinheit aufgrund der pneumatischen Bauart leicht in den Linearantrieb integrierbar ist.

[0016] Eine die Erfindung verbessernde Maßnahme ist, dass die Druckregleinheit mindestens zwei Mehrwegeventile umfasst, wobei die Mehrwegeventile voneinander unabhängige 3/3 – Wege Druckregelventile sind. Auf diese Weise lassen sich in der Druckregleinheit standardisierte Mehrwegeventile verwenden, wodurch eine zuverlässige Regelung gewährleistet ist.

[0017] Vorzugsweise sind die Druckregelventile elektro-pneumatische Proportionalventile.

[0018] Um einen modularen Aufbau des Linearantriebs zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, dass die Mehrwegeventile über eine Ventilplatte in den Linearantrieb integrierbar sind, wobei die Ventilplatte mit dem Pneumatikzylinder verbunden ist.

[0019] Zur optimalen Regelung ist es vorteilhaft, wenn die Ansteuerelektronik der Druckregelung einen übergeordneten Mikroprozessor sowie eine programmierbare Speichereinheit zur Programmierung des Linearantriebs aufweist. Damit kann ein automatischer Soll-Ist-Vergleich vorgenommen werden, ohne dass manuell eingegriffen wird.

[0020] Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die Ansteuerelektronik Mittel zur Wahl der Betriebsart des Linearantriebs aufweist, wobei die Betriebsarten Weg-, Geschwindigkeits- und/oder Druckregelung wählbar sind. Auf diese Weise können die komplexen Anforderungen berücksichtigt werden, so dass eine optimale Automatisierung realisiert ist.

[0021] Dabei ist eine die Erfindung verbessernde Maßnahme, dass der Mikroprozessor Mittel aufweist, um die Soll- und Istwerte in Analog- und/oder Bus-Technik zu verarbeiten. Somit lassen sich die am häufigsten eingesetzten Technologien verwenden.

[0022] Um einen automatisierten Soll-Istwert-Vergleich vorzunehmen, ist es vorteilhaft, dass der Sensor der Druckregleinheit als ein Weg-, Kraft- und/oder Geschwindigkeitsmess-Sensor zur Erfassung des entsprechenden Ist-Werts des Arbeitskolbens ausgebildet ist. Auf diese Weise lässt sich eine automatisierte Regelung realisieren.

[0023] Vorzugsweise ist ein erfindungsgemäßer Linearantrieb zum Einsatz in komplexen Fertigungsautomaten konzipiert. Eine komplexe Aufgabe stellt das automatisierte Schweißen von Bauteilen da. Aus diesem Grund ist es eine weitere Aufgabe der Erfindung eine Schweißzange bereitzustellen, die frei programmierbare Linearantriebe verwendet.

[0024] Vorzugsweise wird eine Schweißzange zur Schweißung von Bauteilen mit einem programmierbaren Linearantrieb, welcher die Elektroden der Schweißzange positioniert und führt, bereitgestellt. Durch die freie Programmierung des Linearantriebs lassen sich mit dieser Schweißzange selbst hoch komplexe Schweißaufgaben zuverlässig bewältigen.

[0025] Dazu sind entsprechende Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs notwendig. Insbesondere werden mehrstufige und/oder zyklisches Verfahren zur Ansteuerung eines Schweißzylinders benötigt, wobei ein Verfahrenszyklus variable Kolbenpositionen, variable Geschwindigkeitsverläufe und/oder variable Zylinderdrücke aufweist.

[0026] Eine besondere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der in einem ersten Arbeitsraum beaufschlagte Druck und der in einem zweiten Arbeitsraum beaufschlagte Druck getrennt voneinander über unabhängige Regelkreise gesteuert wird, wobei der Druck in einer der beiden Arbeitsräume während des gesamten Verfahrens konstant gehalten wird. So lässt sich neben einer variablen und freien Programmierung und damit einem optimierten Linearantriebseinsatz eine deutliche Zeitersparnis erzielen.

[0027] Insbesondere lässt sich ein Vorteil dadurch erzielen, dass der Druck des zweiten Arbeitsraums des Zylinders während des gesamten Verfahrens konstant gehalten wird. Damit wird eine Bewegung des Kolbens durch Druckbeaufschlagung eines Arbeitsraums erreicht, wobei der zweite Arbeitsraum aufgrund des konstanten Druckes und der kompressiblen Eigenschaften der Luft als Dämpfungselement fungiert.

[0028] Eine weitere Zeitersparnis lässt sich dadurch realisieren, dass bei einem Vollhub oder mehreren Teilhuben des Arbeitskolbens der Druck in dem Arbeitsraum, der zu Beginn des gerade auszuführenden Hubs das größere Volumen aufweist, konstant gehalten wird. Dadurch wird stets der Arbeitsraum mit dem geringeren Volumen entsprechend der Vorgaben verändert, wodurch eine minimale Luftzufuhr benötigt wird.

[0029] Vorzugsweise umfasst das Verfahren beziehungsweise ein Verfahrenszyklus die folgenden Schritte:

Aufsetzen, Vorspannen, Schweißen, Halten und Öffnen. Somit lässt sich ein kompletter Schweißvorgang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren realisieren.

[0030] Weiterhin vorteilhaft ist es, dass bei der Regelung zwischen mehreren Betriebsarten umfassend Positionsregelung, Geschwindigkeitsregelung und Kraftregelung, gewählt werden kann.

[0031] Dementsprechend ist es von Vorteil, dass innerhalb eines Verfahrenszyklus zwischen den verschiedenen Betriebsarten gewechselt wird. So kann die Lineareinheit flexibel entsprechend den verschiedenen Aufgaben programmiert werden und sich eine optimale Ansteuerung realisieren.

[0032] Vorzugsweise sind die einzelnen Verfahrensschritte mittels geeigneter Betriebsarten zu programmieren. So ist es vorteilhaft, dass der Verfahrensschritt Aufsetzen mittels Positionsregelung geregelt wird, der Verfahrensschritt Vorspannen mittels Geschwindigkeitsregelung geregelt wird und der Verfahrensschritt Schweißen und/oder der Verfahrens-

schrift Halten mittels Kraftregelung geregelt wird. So ist für jeden Verfahrensschritt die optimale Regelung möglich.

#### Ausführungsbeispiel

[0033] Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen sind in den Unteransprüchen angegeben, oder werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figur näher dargestellt. Es zeigt:

[0034] Fig. 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Linearantriebs,

[0035] Fig. 2 einen Verfahrenszyklus zur Steuerung eines Linearantriebs in einem positionierbaren Schweißzylinder.

[0036] Der Linearantrieb 1 nach Fig. 1 besteht aus einem Pneumatikzylinder 2 und einer daran angeordneten Druckregleinheit 3. Der im Schnitt schematisch dargestellte Pneumatikzylinder 2 ist ein doppeltwirkender, mit Luft als Druckmittel beaufschlagter Arbeitszylinder, der aus einem Zylindergehäuse, welches ein Zylinderrohr 4, einen Zylinderdeckel 5 und einen Zylinderboden 6 umfasst, und einem in einem durch das Zylindergehäuse begrenzten Arbeitsraum 7 beweglich angeordneten Arbeitskolben 8 besteht. Der Arbeitskolben 8 durchdringt den Zylinderdeckel 5 und teilt den Arbeitsraum 7 in einen ersten Arbeitsraum 7a und einen zweiten Arbeitsraum 7b. Der erste Arbeitsraum 7a befindet sich zwischen Zylinderboden 6 und Arbeitskolben 8, der zweite Arbeitsraum 7b befindet sich zwischen Arbeitskolben 8 und Zylinderdeckel 5. Jeder der Arbeitsräume 7a, 7b ist durch eine Zufuhröffnung (nicht dargestellt) mit mindestens einem Druckmittelleitungssystem (ebenfalls nicht dargestellt) verbunden. Über dieses lassen sich die Arbeitsräume 7a, 7b mit Druckmittel, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mit Luft, beaufschlagen. Die Regelung der Druckmittelbeaufschlagung übernimmt die Druckregleinheit 3, welche schematisch dargestellt ist.

[0037] Die Druckregleinheit nach Fig. 1 umfasst eine in einem Elektronikgehäuse 9 untergebrachte Ansteuerelektronik mit mindestens einem Mikroprozessor und mindestens einer Speichereinheit (beide nicht dargestellt), eine Ventilplatte 10 mit Ventilen und einen Sensor 11. Der Sensor 11 misst die Position des Arbeitskolbens 8, die Geschwindigkeit und den in den beiden Arbeitsräumen 7a, 7b herrschenden Druck. Diese Werte übermittelt der Sensor 11 an die Ansteuerelektronik. In der Ansteuerelektronik erfolgt über den Speicher und den Mikroprozessor ein Soll-Ist-Vergleich der gemessenen und der vorgegebenen Werte. Die Ansteuerelektronik ist so ausgelegt, dass die Verarbeitung der Daten sowohl in Analog als auch in Bus-Technik erfolgen kann. Je nach Ergebnis des Soll-Ist-Vergleichs erfolgt die Ansteuerung der Ventile. In der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform weist die Ventilplatte 10 zwei 3/3-We-

geventile auf, welche als elektro-pneumatische Druckregelventile ausgebildet sind. Zusätzlich weist die Ventilplatte 10 noch Fail safe-Ventile auf, die insbesondere bei Funktionsstörungen eingreifen. Die Ansteuereinheit lässt sich über die Speichereinheit, welche eine Schnittstelle zu Dateneingabegeräten aufweist, frei programmieren.

[0038] Fig. 2 zeigt die verschiedenen Verfahrensschritte eines positionierbaren Schweißzylinders. Das Verfahren umfasst dabei die Verfahrensschritte:

- Aufsetzen,
- Vorspannen,
- Schweißen,
- Halten und
- Öffnen.

[0039] Diese Abfolge von Verfahrensschritten bildet einen Zyklus. Das Verfahren sieht mehrere Betriebsarten der Regelung vor. In dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel sind die folgenden Betriebsarten vorgesehen:

- Positionsregelung,
- Geschwindigkeitsregelung und
- Kraftregelung

[0040] In Fig. 2 sind nun verschiedene Diagramme gezeigt, wobei bei allen Diagrammen die horizontale Achse beziehungsweise die Ordinate die Zeitachse darstellt. Diese ist in fünf Abschnitte entsprechend dem Verlauf bei einem Schweißvorgang untergliedert. Diese Abschnitte sind in der zeitlichen Abfolge Aufsetzen, Vorspannen, Schweißen, Halten und Öffnen. Auf der vertikalen Achse oder der Abszisse sind die unterschiedlichen Kenngrößen der verschiedenen Betriebsarten aufgeführt. Das oberste Diagramm stellt den Kraftverlauf das darunterliegende Diagramm den Geschwindigkeitsverlauf, das darunterliegende Diagramm den Zylinderbodendruckverlauf und das unterste Diagramm den Zylinderdeckeldruckverlauf über die Zeitachse gesehen dar. Das Aufsetzen erfolgt prinzipiell in der Betriebsart Positionsregelung, wohingegen das Vorspannen in der Betriebsart Geschwindigkeitsregelung und das Schweißen und Halten in der Betriebsart Kraftregelung erfolgt. Das Öffnen schließlich erfolgt ohne Regelung.

[0041] Anhand der Diagramme ist zu sehen, dass während des Aufsetzvorgangs der Kraftverlauf minimal gegen Ende des Verfahrensschritt linear ansteigt. Der Geschwindigkeitsverlauf in diesem Abschnitt steigt linear schnell auf einen Maximalwert, bleibt fast die gesamte Zeit über konstant auf diesem Wert und sinkt linear schnell auf einen niedrigeren Wert nahe 0 ab. Bei Erreichen dieses Wertes beginnt der Anstieg des Kraftverlaufs, wohingegen der Geschwindigkeitsverlauf konstant bleibt. Der Zylinderbodendruck bleibt über alle Abschnitte konstant. Der Zylinderdeckeldruck sinkt hingegen in diesem Abschnitt schnell linear auf 0, wo er bis zum Absinken der Geschwindigkeit bleibt. Mit abfallender Geschwindigkeit steigt der Zylinderdeckeldruck auf ei-

nen Wert der etwas unter dem Ausgangswert liegt. Mit einsetzendem Anstieg des Kraftverlaufs bleibt der Zylinderdeckeldruck konstant.

[0042] Mit dem nächsten Zeitabschnitt erfolgt der Verfahrensabschnitt Vorspannen. Hier steigt der Kraftverlauf nichtlinear bis zu einem Maximalwert an. Die Geschwindigkeit fällt nichtlinear auf 0 ab. Der Zylinderbodendruck bleibt weiterhin konstant, kann aber für hohe Klemmkraften linear auf einen Maximalwert ansteigen und dort bis zum Öffnen gehalten werden. Der Zylinderdeckeldruck fällt linear auf 0 ab und bleibt auf diesem Wert. Im nächsten Verfahrensschritt, dem Schweißen, bleiben alle Verläufe auf dem letzten Wert des Abschnitts Vorspannen.

[0043] Mit dem letzten Verfahrensschritt des Verfahrenszyklus erreichen alle Werte wieder ihren Anfangswert. Der Kraftverlauf fällt sehr schnell auf 0 ab. Der Geschwindigkeitsverlauf steigt zunächst schnell linear auf einen Maximalwert an, ist jedoch im Vergleich zur Aufsetzgeschwindigkeit in die entgegengesetzte Richtung gerichtet. Auf diesem Wert verharrt der Geschwindigkeitsverlauf bis kurz vor Erreichen der Ausgangsposition. Die Geschwindigkeit fällt dann bis zum Ausgangspunkt schnell linear auf 0. Der Zylinderbodendruck bleibt weiter konstant. Für den Fall, dass alternativ für hohe Klemmkraften auf einen höheren Druck geregelt wurde, fällt dieser schnell linear auf den Ausgangsdruck ab. Der Zylinderdeckeldruck steigt linear auf einen absoluten Maximalwert der nahezu während der gesamten Öffnung konstant bleibt. Kurz vor Ende des Öffnungsvorgangs fällt der Zylinderdeckeldruck schnell linear auf den Ausgangswert.

[0044] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

#### Bezugszeichenliste

1	Linearantrieb (programmierbar)
2	Pneumatikzylinder
3	Druckregleinheit
4	Zylinderrohr
5	Zylinderdeckel
6	Zylinderboden
7	Arbeitsraum
7a	erster Arbeitsraum
7b	zweiter Arbeitsraum
8	Arbeitskolben
9	Elektronikgehäuse
10	Ventilplatte
11	Sensor

#### Patentansprüche

1. Programmierbarer Linearantrieb (1), umfassend einen doppeltwirkenden, mit einem Arbeitskolben (8) ausgestatteten Pneumatikzylinder (2) und ei-

ner programmierbaren Druckregleinheit (3), umfassend mindestens ein Mehrwegeventil zur Druckmittelbeaufschlagung des Pneumatikzylinders (2), mindestens einen Sensor (11) zur Messwerterfassung, sowie eine in einem Elektronikgehäuse (9) befindliche Ansteuerelektronik zur Ansteuerung des Mehrwegeventils, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregleinheit (3) mindestens zwei voneinander unabhängige Regelkreise zur Druckmittelbeaufschlagung zweier durch den Arbeitskolben (8) getrennter Arbeitsräume (7a, 7b) des Pneumatikzylinders (2) aufweist, um eine stufenlose Bewegung des Arbeitskolbens (8) zu realisieren, wobei die Regelkreise über mindestens zwei unabhängige Mehrwegeventile die Druckmittelbeaufschlagung regeln.

2. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregleinheit (3) mindestens zwei Mehrwegeventile umfasst, wobei die Mehrwegeventile voneinander unabhängige 3/3 – Wege Druckregelventile sind.

3. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregelventile elektro-pneumatische Proportionalventile sind.

4. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrwegeventile über eine Ventilplatte (10) in den Linearantrieb (1) integriert sind, wobei die Ventilplatte (10) mit dem Pneumatikzylinder (2) verbunden ist.

5. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerelektronik der Druckregelung (3) einen übergeordneten Mikroprozessor sowie eine programmierbare Speichereinheit zur Programmierung des Linearantriebs (1) aufweist.

6. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerelektronik Mittel zur Wahl der Betriebsart des Linearantriebs (1) aufweist, wobei die Betriebsarten Weg-, Geschwindigkeits- und/oder Druckregelung wählbar sind.

7. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor Mittel aufweist, um die Soll- und Istwerte in Analog- und/oder Bus-Technik zu verarbeiten.

8. Programmierbarer Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (11) der Druckregleinheit (3) als ein Weg-, Kraft- und/oder Geschwindigkeitsmess-Sensor zur Erfassung des entsprechenden Ist-Werts des Arbeitskolbens (8) ausgebildet ist.

9. Schweißzange zur Schweißung von Bauteilen mit einem programmierbaren Linearantrieb (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, welcher die Elektroden der Schweißzange positioniert und führt.

10. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) gemäß den Ansprüchen 1 bis 8, insbesondere mehrstufiges und/oder zyklisches Verfahren zur Ansteuerung eines Schweißzylinders, wobei ein Verfahrenszyklus variable Kolbenpositionen, variable Geschwindigkeitsverläufe und/oder variable Zylinderdrücke aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der in einem ersten Arbeitsraum (7a) beaufschlagte Druck und der in einem zweiten Arbeitsraum (7b) beaufschlagte Druck getrennt voneinander über unabhängige Regelkreise gesteuert werden, wobei der Druck in einer der beiden Arbeitsräume während des gesamten Verfahrens konstant gehalten wird.

11. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des ersten Arbeitsraums (7a) des Zylinders während des gesamten Verfahrens konstant gehalten wird.

12. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Vollhub oder mehreren Teilhuben des Arbeitskolbens (8) der Druck in dem Arbeitsraum (7), der zu Beginn des gerade auszuführenden Hubs das größte Volumen aufweist, konstant gehalten wird.

13. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren beziehungsweise ein Verfahrenszyklus die folgenden Schritte umfasst:  
Aufsetzen der Schweißelektroden auf die zu schweißenden Bauteile,  
Vorspannen der Bauteile  
Schweißen der Bauteile mit anschließendem Öffnen, wobei  
bei der Regelung zwischen mehreren Betriebsarten umfassend  
Positionsregelung,  
Geschwindigkeitsregelung und  
Kraftregelung  
gewählt wird.

14. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb eines Verfahrenszyklus zwischen den verschiedenen Betriebsarten gewechselt wird.

15. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der

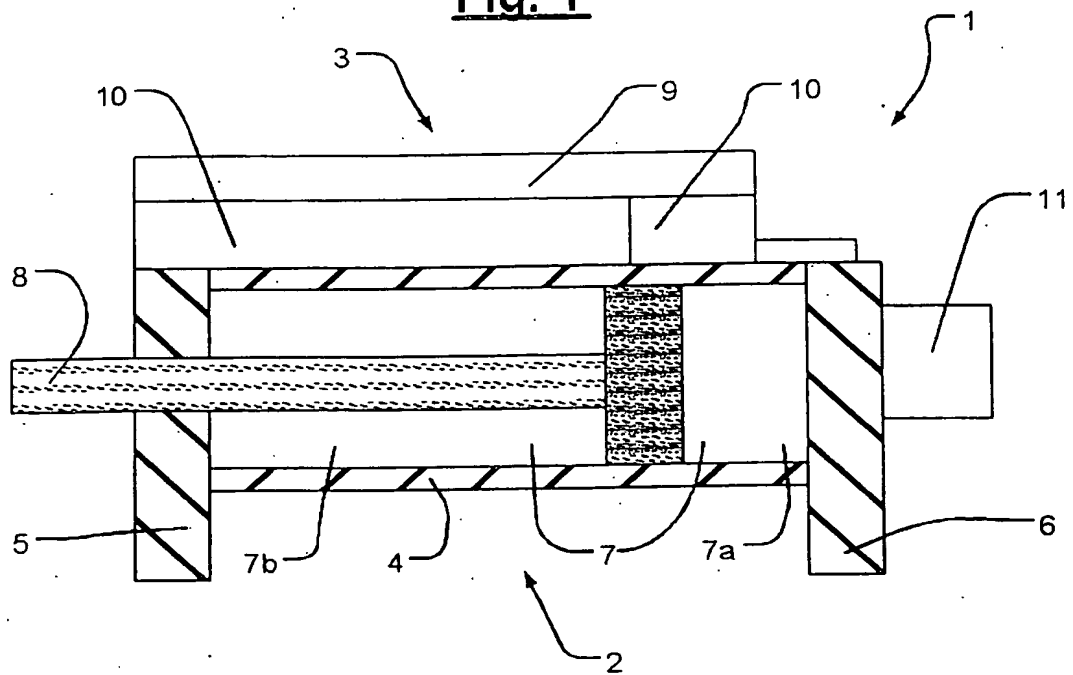
Verfahrensschritt Aufsetzen mittels Positionsregelung geregelt wird.

16. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrensschritt Vorspannen mittels Geschwindigkeitsregelung geregelt wird.

17. Verfahren zur Ansteuerung eines programmierbaren Linearantriebs (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Verfahrensschritt Schweißen mittels Kraftregelung geregelt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

**Fig. 1**





**Fig. 2**

